

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-53129

(P2003-53129A)

(43)公開日 平成15年2月25日 (2003.2.25)

(51)Int.Cl.*

B 0 1 D 53/32

A 6 1 L 9/00

9/16

9/18

B 0 1 J 19/08

識別記号

F I

マーク* (参考)

B 0 1 D 53/32

4 C 0 8 0

A 6 1 L 9/00

C 4 G 0 7 0

9/16

D

9/18

B 0 1 J 19/08

E

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全 23 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2002-121171(P2002-121171)

(71)出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72)発明者 田中 利夫

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業

株式会社堺製作所金岡工場内

(72)発明者 茂木 宗治

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業

株式会社堺製作所金岡工場内

(74)代理人 10007/931

弁理士 前田 弘 (外7名)

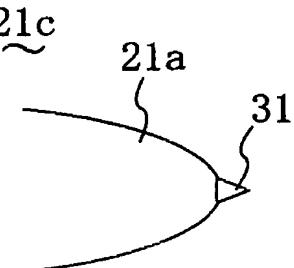
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ式ガス浄化装置及びストリーマ放電回路

(57)【要約】

【課題】 ストリーマ放電を利用するプラズマ式ガス浄化装置において、パルス電源を用いることなくストリーマ放電を発生させることにより、装置のコストダウンを図る。

【解決手段】 針状の放電電極と面状の対向電極とが略直交する状態で対向配置されたプラズマ反応器において、放電電極の先端部(21a)に微細な針状突起(31)を設ける。放電電極と対向電極との間に電圧を印加する電源として、直流電圧を出力する直流電源を用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記放電電極(21c)の先端部(21a)には、1又は2以上の微細な針状突起(31)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項2】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)には、上記放電電極(21c)側に突出する突起(32)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項3】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔(23b)が形成された導電性の処理部材(23)が設けられ、

上記処理部材(23)には、上記放電電極(21c)側に突出する突起(32)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項4】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、開口部(36a)が設けられた絶縁性のカバー部材(36)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項5】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔(23b)が形成された導電性の処理部材(23)が設けられ、

上記処理部材(23)の放電電極(21c)側の表面には、開口部(36a)が設けられた絶縁性のカバー部材(36)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項6】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記放電電極(21c)の先端には、絶縁性チップ(37)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化

装置。

【請求項7】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21c)との間の接続配線(39, 42)に、放電ギャップ(38)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項8】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記ストリーマ放電を検知するストリーマ検知手段(40)と、

上記ストリーマ検知手段(40)の出力を受けて、上記両電極(21c, 22)間のストリーマ放電が減少すると電圧値を上昇させるように上記電源(24)を制御する制御手段(41)とを備えていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項9】 請求項8記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

ストリーマ検知手段は、電源(24)と対向電極(22)又は放電電極(21c)との間の接続配線(39, 42)を流れる電流を検出する電流検出器(40)を有していて、該電流の有無に基づいてストリーマ放電を検知するように構成され、

制御手段(41)は、上記電流の発生頻度が少なくなると上記電源(24)の電圧値を上昇させるように構成されていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項10】 放電電極(21)と、該放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21)との間の接続配線(39, 42)に、該接続配線(39, 42)の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子(45)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項11】 請求項10記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

スイッチング素子(45)は、接続配線(39, 42)の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極(21)及び対向電極(22)間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項12】 請求項10又は11記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

スイッチング素子(45)は、半導体素子であることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項13】 請求項10～12のいずれか1つに記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

スイッチング素子(45)は、電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項14】 放電電極(21)と、該放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記電源(24)により上記両電極(21, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようにしたストリーマ放電回路であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21)との間の接続配線(39, 42)に、該接続配線(39, 42)の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子(45)が設けられていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項15】 請求項14記載のストリーマ放電回路において、

スイッチング素子(45)は、接続配線(39, 42)の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極(21)及び対向電極(22)間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項16】 請求項14又は15記載のストリーマ

放電回路において、

スイッチング素子(45)は、半導体素子であることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項17】請求項14～16のいずれか1つに記載のストリーマ放電回路において、

スイッチング素子(45)は、電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設けられていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガス中の臭気成分や有害成分等をプラズマ放電を用いて無臭化又は無害化等するプラズマ式ガス浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、特開2000-140562号公報に開示されているように、放電によって低温プラズマを発生させ、この低温プラズマを用いてガス中の臭気成分若しくは有害成分の分解又は吸着を促進する装置が知られている。上記低温プラズマは、空気分子が励起されることによって生じ、その結果、高速の電子と低速の正イオンとが生成される。上記高速電子のエネルギーは非常に高く、この高速電子によって10eVを越えるエネルギーを得ることができる。一方、正イオンは低速であり、熱力学的温度は殆ど上昇しないという特徴をしている。

【0003】上記低温プラズマによる臭気成分又は有害成分の分解は、高速電子の衝突による臭気ガス分子又は有害ガス分子の分解と、反応性の高い活性種(ヒドロキシラジカル(OH)、オゾン(O₃)、励起酸素分子(O₂⁺)等)による化学反応とによって行われる。このように低温プラズマを用いることにより、燃焼触媒や化学吸収等を利用したいわゆる分解方式のガス浄化装置に比べて、装置を安価に構成することが可能となる。

【0004】そのようなプラズマ式のガス浄化装置として、パックドベッド、沿面放電、無声放電、又はストリーマ放電を用いた装置が提案されている。しかし、パックドベッド、沿面放電及び無声放電を用いた装置では、ガス流通路中に配置する電極を絶縁材で被覆する必要がある。そのため、絶縁材の分だけ、ガス流通路の空隙が少なくなり、ガス流通の圧力損失が大きくなるという課題があった。また、絶縁材に導電性の汚れが付着すると、性能劣化を生じやすかった。

【0005】これに対して、ストリーマ放電を用いた装置では、ガス流通路内に剥き出しの放電電極とこの放電電極に対向配置された対向電極との2つの電極を設けるだけによく、この2つの電極によってガス流通路の内部空間全体を励起することができる。したがって、ガス流通の圧力損失が少なく、絶縁劣化による性能低下も起こりにくい。このようなストリーマ放電を用いた装置は、例えば特開平8-323134号公報及び特開平11-

333244号公報に開示されている。

【0006】上記ストリーマ放電は、放電場において微小なアーク放電が発生したときに、そのアークが進展することによって生じる。そして、このストリーマ放電の生成は、従来では、上記放電電極及び対向電極間に高圧のパルス電圧を印加することによって行うようになっていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、パルス電圧を印加するためには、高価なパルス電源が必要となる。そのため、パルス電圧を印加する従来の手法では、装置の大幅なコストダウンを図ることは困難であった。

【0008】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、パルス電源を用いることなくストリーマ放電を生成することにより、装置のコストダウンを図ることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、直流電源を用いてストリーマ放電を生成するようにした。

【0010】具体的には、請求項1の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極の先端部には、1又は2以上の微細な針状突起が設けられているものとする。

【0011】上記の構成により、針状の放電電極の先端部に、該針状放電電極よりも更に微細な針状電極が設けられているので、放電電極の先端側において電流密度の集中が起りやすくなる。この結果、放電電極及び対向電極間に印加される電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができ、パルス電源は不要になる。

【0012】請求項2の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極には、上記放電電極側に突出する突起が設けられているものとする。

【0013】このことにより、対向電極に設けられた突

起から電子が放出され（バックチャージ）、放電電極から発生した正イオンと該電子との間で微小アークが発生する。そして、この微小アークが進展し、ストリーマ放電が生成される。このようにバックチャージを利用するにより、印加電圧が直流電圧であってもストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0014】請求項3の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔が形成された導電性の処理部材が設けられ、上記処理部材には、上記放電電極側に突出する突起が設けられているものとする。

【0015】このことで、処理部材に設けられた突起から電子が放出され、ストリーマ放電が安定して形成される。特に、本装置では、ストリーマ放電が処理部材に照射されるので、処理部材に含まれる触媒又は吸着剤の能力が高められる。したがって、ストリーマ放電による浄化作用と処理部材の浄化作用との相乗効果により、ガス浄化の性能向上が図られる。

【0016】請求項4の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、開口部が設けられた絶縁性のカバー部材が設けられているものとする。

【0017】この発明により、放電電極から発生した正イオンの一部はカバー部材に溜まり、このカバー部材と対向電極との間で微小アークが発生する。そして、この微小アークが進展し、ストリーマ放電が形成される。このように逆電離現象を利用することにより、印加電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0018】請求項5の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してスト

リーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔が形成された導電性の処理部材が設けられ、上記処理部材の放電電極側の表面には、開口部が設けられた絶縁性のカバー部材が設けられているものとする。

【0019】こうすることで、カバー部材に溜まった正イオンと処理部材との間で微小アークが発生し、ストリーマ放電が安定して形成される。特に、本装置では、ストリーマ放電が処理部材に照射されるので、処理部材に含まれる触媒又は吸着剤の能力が高められる。したがって、ストリーマ放電による浄化作用と処理部材の浄化作用との相乗効果により、ガス浄化の性能向上が図られる。

【0020】請求項6の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極の先端には、絶縁性チップが設けられているものとする。

【0021】すなわち、放電は針状の放電電極のうち電界の一番強い先端部から生じる傾向にあるが、この発明では、放電電極の先端に絶縁性チップが設けられているので、放電電極の先端部に電界のギャップが生じ、それにより微小アークが発生する。したがって、印加電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0022】請求項7の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、放電ギャップが設けられているものとする。

【0023】このことで、放電ギャップにおいて間欠的にアークが発生することにより、放電電極と対向電極との間には、パルス電圧が印加された状態となる。したがって、直流電源を用いても、パルス電源によりパルス電圧を印加した場合と同様の効果を得ることができ、ス

トリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0024】請求項8の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記ストリーマ放電を検知するストリーマ検知手段と、上記ストリーマ検知手段の出力を受けて、上記両電極間のストリーマ放電が減少すると電圧値を上昇させるように上記電源を制御する制御手段とを備えているものとする。

【0025】また、請求項9の発明では、請求項8の発明において、ストリーマ検知手段は、電源と対向電極又は放電電極との間の接続配線を流れる電流を検出する電流検出器を有していて、該電流の有無に基づいてストリーマ放電を検知するように構成され、制御手段は、上記電流の発生頻度が少なくなると上記電源の電圧値を上昇させるように構成されているものとする。

【0026】これら請求項8及び9の発明により、ストリーマ放電を検知し、該ストリーマ放電が減少するとプラズマ放電を増加させるように印加電圧の電圧値を大きくするので、両電極においてストリーマ放電が安定して形成される。

【0027】請求項10の発明では、放電電極と、該放電電極に対向して配置された対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、該接続配線の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子が設けられているものとする。

【0028】このことで、スイッチング素子により放電電極と対向電極との間に印加する電圧を変化させることができ、直流電源を用いても、この印加電圧の変化によりストリーマ放電を安定して発生させることができるとともに、放電状態の制御を容易に行うことができる。

【0029】請求項11の発明では、請求項10の発明において、スイッチング素子は、接続配線の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極及び対向電極間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されているものとする。

【0030】こうすることで、電圧の変動周期を適切に設定することにより、ストリーマ放電の発生頻度を最適に調整することができ、最大のエネルギー効率が得られ

るようになることができる。

【0031】請求項12の発明では、請求項10又は11の発明において、スイッチング素子は、半導体素子であるものとする。

【0032】このことにより、接続配線の遮断と導通との切換えを電気的に行うので、ノイズの発生を抑えることができるとともに、構成を簡略化することができる。また、スイッチ部の端子消耗がなく、放電電極及び対向電極間に印加する電圧を長期に亘って安定させることができる。

【0033】請求項13の発明では、請求項10～12のいずれか1つの発明において、スイッチング素子は、電源と対向電極との間の接続配線に設けられているものとする。

【0034】このことで、スイッチング素子を電源と放電電極との間の接続配線に設ける場合に比べて、スイッチング素子の耐圧をかなり低く抑えることができ、小型で安価な素子を用いることができる。

【0035】請求項14の発明は、放電電極と、該放電電極に対向して配置された対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようにしたストリーマ放電回路の発明であり、この発明では、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、該接続配線の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子が設けられているものとする。この発明により、請求項10の発明と同様の作用効果が得られる。

【0036】請求項15の発明では、請求項14の発明において、スイッチング素子は、接続配線の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極及び対向電極間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されているものとする。このことで、請求項11の発明と同様の作用効果が得られる。

【0037】請求項16の発明では、請求項14又は15の発明において、スイッチング素子は、半導体素子であるものとする。このことにより、請求項12の発明と同様の作用効果が得られる。

【0038】請求項17の発明では、請求項14～16のいずれか1つの発明において、スイッチング素子は、電源と対向電極との間の接続配線に設けられているものとする。こうすることで、請求項13の発明と同様の作用効果が得られる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0040】<実施形態1>この実施形態に係るプラズマ式ガス浄化装置は、被処理空気に含まれる臭気成分又は有害成分を酸化分解して空気を浄化する空気浄化装置

(1) である。図1は、この空気浄化装置(1)の概略構成を示している。

【0041】上記空気浄化装置(1)は、集塵フィルタ(11)、遠心ファン(12)、プラズマ反応器(20)等の各機能部品がケーシング(10)内に収納された構成をしている。

【0042】上記ケーシング(10)の一つの側面(図の右側の側面)には、ケーシング(10)内に空気を吸い込むための空気吸込口(15)が形成され、上面には浄化空気を吹き出すための空気吹出口(16)が形成されている。上記空気吸込口(15)には吸込グリル(15a)が設けられ、空気吹出口(16)には吹出グリル(16a)が設けられている。また、空気吸込口(15)には、吸込グリル(15a)の内側に上記集塵フィルタ(11)が配置され、この集塵フィルタ(11)により吸込空気中に含まれる塵埃が捕集されるようになっている。

【0043】上記空気吹出口(16)は、ケーシング(10)の上面において、空気吸込口(15)とは反対側の縁部(図1の左側の縁部)に形成されている。そして、この空気吹出口(16)に対応して、上記遠心ファン(12)がケーシング(10)内に設けられている。この遠心ファン(12)には、ファン用電源(12a)が接続されている。以上の構成において、ケーシング(10)の内部は、空気吸込口(15)と空気吹出口(16)との間が被処理空気の流通空間(被処理ガスの流通路)となっている。そして、遠心ファン(12)を起動すると、被処理空気が空気吸込口(15)の吸込グリル(15a)及び集塵フィルタ(11)を通してケーシング(10)内に吸い込まれる。被処理空気は、後述するプラズマ反応器(20)での処理後に、空気吹出口(16)の吹出グリル(16a)からケーシング(10)の外側に吹き出される。

【0044】図2はプラズマ反応器(20)の概略構成を示す断面図であり、図3は斜視図である。このプラズマ反応器(20)は、低温プラズマを発生させるための放電手段としての放電電極(21)と、この放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、これら両電極(21, 22)の間で対向電極(22)に近接して配置された処理部材(23)とを備えている。つまり、この処理部材(23)は放電場(D)中に配置されている。

【0045】上記処理部材(23)は、空気の流れ方向に沿って貫通する多数の小孔(23b)が形成されたハニカム形状の基材(23a)と、この基材(23a)に担持された触媒及び吸着剤とから構成されている。

【0046】上記基材(23a)に担持される触媒物質としては、例えば、Pt, Pd, Ni, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, Crのうちの少なくとも1種を含んでいる触媒物質を好適に用いることができる。これらの触媒物質は、被処理空気を処理する際の化学反応を促進するものである。

【0047】一方、上記吸着剤は、被処理空気中に含まれる臭気物質や有害物質等の被処理成分を吸着するものであり、例えば活性炭やゼオライト等を好適に用いることができる。尚、吸着剤には、多孔質セラミックス、活性炭繊維、モルデナイト、フェリエライト、シリカライト等を使用してもよく、これらのうちの少なくとも1種を用いるとよい。このように、基材(23a)は空気中の臭気成分及び有害成分を分解する機能材料となっている。

【0048】上記放電電極(21)は、電極板(21b)と、この電極板(21b)にはほぼ直交するように固定された、針状の放電電極としての複数の針電極(21c)とから構成されている。上記電極板(21b)は、メッシュ材やパンチングメタル等からなり、その面直角方向に空気が通過する多数の開口部(21d)を有している。また、対向電極(22)にも、放電電極(21)と同様に、メッシュ材やパンチングメタル等からなりかつ面直角方向に空気が通過する多数の開口部(22a)を有する電極板が用いられている。

【0049】上記放電電極(21)は、上記対向電極(22)に対し、電極板(21b)がほぼ平行で且つ針電極(21c)がほぼ直角になるように配置されている。つまり、対向電極(22)は、針電極(21c)に略直交する状態で対向して配置されていることになる。上記針電極(21c)は、対向電極(22)側の先端部(21a)が尖端部として形成され、その尖端角度(θ)が60°(30°～90°の範囲であればよい)に設定されている。また、針電極(21c)の先端は、アール加工により小さな丸みが付けられて球面状に形成されている。さらに、図4に示すように、針電極(21c)の先端部(21a)(この実施形態では先端)には、該針電極(21c)よりも微細な1つの針状突起(31)が設けられている(尚、図1～図3においては、この針状突起(31)の図示は省略している)。この針状突起(31)は導電性材料からなり、放電電極(21)の一部を形成している。

【0050】上記両電極(21, 22)には、直流電圧を出力するように構成された直流電源(24)が接続されており、この電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようになっている。詳しくは、上記放電電極(21)は直流電源(24)の正極側に接続され、対向電極(22)は直流電源(24)の負極側に接続されている。上記ストリーマ放電により、放電場(D)には低温プラズマが発生する。この低温プラズマには、活性種として、電子、イオン、オゾンや、その他のラジカル(ヒドロキシラジカル、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子等)が含まれる。

【0051】尚、図1に符号(13)で示しているものは、放電により発生するオゾンを分解するためのオゾン分解触媒である。

【0052】—運転動作—

次に、この空気浄化装置（1）の運転動作について説明する。

【0053】空気浄化装置（1）の運転を開始し、遠心ファン（12）が起動すると、まず、空気吸込口（15）から被処理空気が吸い込まれて、この空気に含まれる塵埃が集塵フィルタ（11）によって捕集される。装置（1）の運転時は、プラズマ反応器（20）の放電電極（21）（針電極（21c））と対向電極（22）との間に高電圧（例えば20～30kV）の直流電圧が印加され、両電極（21,22）間でストリーマ放電が生じる。そして、集塵フィルタ（11）で塵埃が除去された空気は、両電極（21,22）の間の放電場（D）を通過する。

【0054】ここで、ストリーマ放電は、針電極（21c）の先端の針状突起（31）から微小アークが発生し、この微小アークが対向電極（22）まで進展することにより、発光を伴ったプラズマ柱として形成されるものである。この微小アークは、放電電極（21）と対向電極（22）との間において等電位面の間隔が狭いところで連なって進展しやすい。尚、本実施形態では、放電電極（21）の針電極（21c）の尖端角度（θ）を60°（30°～90°）に特定するとともに、その尖端に微細な丸みを付けているので、針状突起（31）で生じた微小アークは広範囲に広がりながら進展しやすくなる。このため、本実施形態のプラズマ反応器（20）においては、ストリーマ放電が従来よりも広範囲で生じることとなる。

【0055】上記被処理空気は、放電場（D）を通過すると、ストリーマ放電の作用によりプラズマ化し、低温プラズマとなる。そして、この放電によって生成される各種の活性種は、処理部材（23）の触媒と接触することによりさらに高度に励起されて活性が高められ、有害物質や臭気成分と効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。このため、空気中の有害物質や臭気物質は、プラズマと触媒の相乗効果によって素早く分解される。

【0056】さらに、処理部材（23）には吸着剤も含まれているため、被処理空気中の有害物質や臭気物質が吸着剤に吸着され、低温プラズマの活性種がこれらの成分に確実に作用して、分解処理を促進する。つまり、触媒と吸着剤とを一つの処理部材（23）に含ませるようになしたことによって、より安定した処理が行われる。

【0057】実施形態1の効果

本実施形態1によれば、針電極（21c）の先端部（21a）に微細な針状突起（31）を設けることとしたので、放電電極（21）から微小アークが発生しやすくなり、ストリーマ放電が生成されやすくなる。したがって、従来のようにパルス幅の狭い急峻なパルス高電圧を印加するパルス電源を用いる必要はなく、放電電極（21）（針電極（21c））と対向電極（22）との間に直流電圧を印加するだけで、ストリーマ放電を生成することができる。このように、電源として高価なパルス電源を用いる必要がなく、安価な直流電源（24）で足りるので、装置（1）

のコストダウンを図ることができる。

【0058】実施形態1の変形例

上記実施形態1は、針電極（21c）の先端部（21a）に針状突起（31）を1つ設けたものであったが、図5に示すように、針状突起（31）を2つ又は3つ以上設けるようにしてもよい。このように針電極（21c）の先端部（21a）に複数の針状突起（31）を設けることによって、該先端部（21a）において微小アークが発生しやすくなり、ストリーマ放電をより一層容易に生成することができる。

【0059】また、実施形態1と同様の構成を参考例として記載しておくと、図6に示すように、針電極（21c）の代わりに複数の平板状の突出電極（21e）を備え、それら突出電極（21e）の先端面に複数の微小針状突起（31）を設けるようにすることも可能である。

【0060】＜実施形態2＞図7は、実施形態2に係る空気浄化装置（1）のプラズマ反応器（20）の構成を示す。尚、プラズマ反応器（20）以外の部分については、実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0061】本実施形態では、処理部材（23）は導電性の部材によって形成され、対向電極（22）と処理部材（23）とは互いに接触するように配置されている。したがって、処理部材（23）は、被処理ガスの処理を行うとともに、対向電極（22）の一部としても機能している。この処理部材（23）の放電電極（21）側（図7の左側）の面には、複数の針状の突起（32）が設けられている。この各突起（32）は、導電性材料によって形成されている。

【0062】本実施形態の放電電極（21）の針電極（21c）は、実施形態1のように針状突起（31）を備えたものであってもよく、針状突起（31）が設けられていないものであってもよい。

【0063】本実施形態では、放電電極（21）と対向電極（22）との間に直流電圧が印加されると、処理部材（23）の突起（32）から電子（34）が放出される。つまり、負極側から放電が生じる（バックチャージ）。一方、放電電極（21）の針電極（21c）からは、正イオン（33）が発生する。そして、正イオン（33）と電子（34）との間に微小アーク（35）が発生し、この微小アーク（35）が進展してストリーマ放電が生成される。

【0064】このように、本実施形態では、バックチャージを利用して正イオン（33）と電子（34）との間に微小アーク（35）を発生させることとしたので、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置（1）の低コスト化を図ることができる。

【0065】尚、本実施形態は、処理部材（23）を対向電極（22）の放電電極（21）側（図7の左側）に設け、突起（32）を処理部材（23）に設けたものであったが、処理部材（23）を対向電極（22）の下流側（放電電極

(21) と反対側、つまり図7の右側) に設け、突起(32)を対向電極(22)の放電電極(21)側に設けてよい。このような場合であっても、バックチャージを利用して両電極(21,22)間にストリーマ放電を安定して生成することができる。

【0066】<実施形態3>図8に、実施形態3に係る空気浄化装置(1)のプラズマ反応器(20)の構成を示す。尚、本実施形態においても、プラズマ反応器(20)以外の部分については実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0067】本実施形態においても、処理部材(23)は導電性の部材によって形成され、対向電極(22)と処理部材(23)とは互いに接触するように配置されている。したがって、本実施形態においても、処理部材(23)は電極としても機能している。そして、処理部材(23)の放電電極(21)側の表面には、絶縁性の網状のカバー部材(36)が設けられている。尚、カバー部材(36)は、対向電極(22)と同様に複数の開口部(36a)が設けられたものであればよく、その形状は網形状に限定されるものではない。例えば、ハニカム形状に形成されていてもよい。

【0068】上記実施形態2と同様に、放電電極(21)の針電極(21c)は、針状突起(31)を備えたものであってもよく、針状突起(31)のないものであってもよい。

【0069】本実施形態では、放電電極(21)と対向電極(22)との間に直流電圧が印加されると、放電電極(21)の針電極(21c)から正イオンが放出され、カバー部材(36)の表面に正電荷(33)が溜まっていく。そして、カバー部材(36)と処理部材(23)との間の沿面上で微小アーク(35)が発生し、この微小アーク(35)が進展して放電ストリーマが生成される。

【0070】このように、本実施形態では、対向電極(22)に接触させた導電性の処理部材(23)の表面に絶縁性のカバー部材(36)を設け、該カバー部材(36)と処理部材(23)との間で逆電離現象を利用して微小アーク(35)を発生させることとしたので、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置(1)の低コスト化を図ることができる。

【0071】尚、本実施形態は、処理部材(23)を対向電極(22)の放電電極(21)側(図8の左側)に設け、絶縁性のカバー部材(36)を処理部材(23)に設けたものであったが、処理部材(23)を対向電極(22)の下流側(放電電極(21)と反対側、つまり図8の右側)に設け、カバー部材(36)を対向電極(22)の放電電極(21)側に設けてよい。このような場合であっても、逆電離現象を利用して両電極(21,22)間にストリーマ放電を安定して生成することができる。

【0072】<実施形態4>図9に示すように、実施形

態4に係る空気浄化装置(1)は、実施形態1において、放電電極(21)の針電極(21c)の針状突起(31)を省略し、その代わりに針電極(21c)の先端に絶縁性チップとしてセラミックチップ(37)を設けたものである。その他の部分は実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0073】放電電極(21)と対向電極(22)との間に直流電圧が印加されると、放電電極(21)の針電極(21c)の先端部(21a)に電流密度が集中し、該先端部(21a)から放電が発生しやすくなる。しかし、本実施形態では、針電極(21c)の先端部(21a)に絶縁性のセラミックチップ(37)が設けられているため、該セラミックチップ(37)部分において放電ギャップが生じ、針電極(21c)の先端部(21a)からセラミックチップ(37)にかけての沿面上で微小アーク(35)が発生しやすくなる。そして、この微小アーク(35)が進展していくことにより、ストリーマ放電が容易に生成されることになる。

【0074】このように、本実施形態では、放電電極(21)の針電極(21c)の先端において微小アーク(35)を容易に発生させることができ、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置(1)の低コスト化を図ることができる。

【0075】<実施形態5>図10に示すように、実施形態5に係る空気浄化装置(1)は、直流電源(24)の負極側出力端子と対向電極(22)との間の接続配線(39)に、放電ギャップ(38)を設けたものである。

【0076】このように、直流電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に放電ギャップ(38)を設けることにより、放電ギャップ(38)間で放電が生じたときにだけ放電電極(21)と対向電極(22)との間に電圧が印加されることになる。そのため、両電極(21,22)間には、見かけ上パルス電圧が印加されることになる。したがって、直流電源(24)を用いているにも拘わらず、擬似的なパルス電圧を印加することができるので、ストリーマ放電を容易に生成することができ、実施形態1と同様に、装置(1)の低コスト化を図ることができる。

【0077】尚、上記放電ギャップ(38)を、直流電源(24)の負極側出力端子と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設ける代わりに、直流電源(24)の正極側出力端子と放電電極(21)(針電極(21c))との間の接続配線(42)に設けるようにしてもよい。

【0078】<実施形態6>実施形態6に係る空気浄化装置(1)は、ストリーマ放電を検知する手段を備え、ストリーマ放電の発生頻度が少なくなると印加電圧を上昇させるように直流電源(24)を制御するものである。

【0079】図11に示すように、直流電源(24)の負極側出力端子と対向電極(22)との間の接続配線(39)

には、電流を検知する電流検知器（40）が設けられており、放電電極（21）と対向電極（22）との間に放電が生じると、上記接続配線（39）には所定電流値の電流が流れれる。したがって、上記接続配線（39）を流れる電流を検知することにより、ストリーマ放電の有無及び状態を検出することができる。具体的には、図12に示すように、単位時間当たりの電流の検知回数が予め定めた所定回数以上であるとき（図12のT1参照）には、ストリーマ放電が良好に発生していることが検出される。逆に、単位時間当たりの電流の検知回数が上記所定回数よりも少ないと（図12のT2参照）、言い換えると電流の発生がまばらであるときには、ストリーマ放電が減少していることが検出される。

【0080】本実施形態では、直流電源（24）及び電流検知器（40）に接続されたコントローラ（41）によって、単位時間当たりの電流の検知回数が上記所定回数よりも少なくなると、直流電源（24）の電圧値を所定値だけ大きくする。その結果、弱まつたストリーマ放電は再び強められて、ストリーマ放電が安定的に維持されることがある。

【0081】したがって、本実施形態においても、直流電源（24）を用いることによってストリーマ放電を安定して発生させることができ、装置（1）の低コスト化を図ることができる。

【0082】尚、上記電流検知器（40）を、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に設ける代わりに、直流電源（24）の正極側出力端子と放電電極（21）（針電極（21c））との間の接続配線（42）に設けるようにしてもよい。

【0083】<実施形態7>図13は実施形態7を示し、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に、上記実施形態5のような放電ギャップ（38）を設ける代わりに、上記接続配線（39）の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子（45）を設けるようにしたものである。

【0084】上記スイッチング素子（45）は、本実施形態では、半導体素子としてのトランジスタからなっていて、図外のコントローラからこのトランジスタのベースに切換信号（L_o信号及びH_i信号）を入力することで、上記接続配線（39）の遮断と導通との切換えを行うようになっている。そして、このスイッチング素子（45）は、上記接続配線（39）の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極（21）及び対向電極（22）間に、図14に示すように、周期的に変動する電圧（直流電源（24）の出力電圧Vに比べて振幅電圧が小さい振動電圧）を印加するように構成されている。つまり、スイッチング素子（45）は、接続配線（39）を導通状態から遮断状態に切り換えた後において印加電圧が0になる前に、導通状態に切り換え、その後に導通状態から遮断状態に切り換えるようになっている。

【0085】したがって、本実施形態では、スイッチング素子（45）により放電電極（21）と対向電極（22）との間に、パルス電圧と同様の変動電圧を印加することができるとともに、この印加する変動電圧をスイッチング素子（45）により制御することができる。この結果、直流電源（24）を用いても、このスイッチング素子（45）による電圧制御によりストリーマ放電を安定して発生させることができるとともに、放電状態の制御を容易に行うことができる。しかも、電圧の変動周期を適切に設定することにより、ストリーマ放電の発生頻度を最適に調整することができ、最大のエネルギー効率が得られるようになることができる。よって、簡単な構成で、ストリーマ放電を生成することができ、装置（1）のコストダウンを図ることができる。

【0086】尚、上記スイッチング素子（45）を、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に設ける代わりに、直流電源（24）の正極側出力端子と放電電極（21）との間の接続配線（42）に設けるようにしてもよい。但し、スイッチング素子（45）を、直流電源（24）と対向電極（22）との間の接続配線（39）に設ける方が、直流電源（24）と放電電極（21）との間の接続配線（42）に設ける場合に比べて、スイッチング素子（45）の耐圧をかなり低く抑えることができ、小型で安価な素子を用いることができる。

【0087】また、本実施形態の放電電極（21）は、必ずしも針電極（21c）や針状突起（31）を備えたものである必要はない。

【0088】さらに、スイッチング素子（45）は、直流電源（24）と対向電極（22）との間の接続配線（39）（又は直流電源（24）と放電電極（21）との間の接続配線（42））の遮断と導通とを切り換えることが可能なものであれば、機械的なものであってもよい。但し、上記のように半導体素子とすることで、接続配線（39）の遮断と導通との切換えを電気的に行うので、ノイズの発生を抑えることができるとともに、構成を簡略化することができる。また、スイッチ部の端子消耗がなく、放電電極（21）及び対向電極（22）間に印加する電圧を長期に亘って安定させることができる。

【0089】加えて、上記放電電極（21）、対向電極（22）、直流電源（24）、接続配線（39,42）及びスイッチング素子（45）で構成されるストリーマ放電回路は、空気浄化装置（1）以外にも、ストリーマ放電を利用するものに好適に用いることができる。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ式ガス浄化装置及びストリーマ放電回路によれば、直流電源を用いて安定したストリーマ放電を発生させることができるので、高価なパルス電源が不要になり、プラズマ式ガス浄化装置やストリーマ放電回路のコストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1に係る空気浄化装置の構造図である。

【図2】実施形態1に係るプラズマ反応器の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図3】実施形態1に係るプラズマ反応器の構成を模式的に示す斜視図である。

【図4】針電極の部分拡大図である。

【図5】実施形態1の変形例に係る図4相当図である。

【図6】実施形態1と同様の構成の参考例に係る図4相当図である。

【図7】実施形態2に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図8】実施形態3に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図9】実施形態4に係る針電極の部分拡大図である。

【図10】実施形態5に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図11】実施形態6に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図12】電流検知器によって検出された電気回路の電流を表すグラフである。

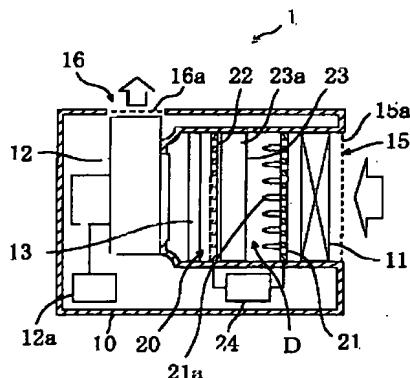
【図13】実施形態7に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図14】スイッチング素子による接続配線の遮断と導通との切換えにより、放電電極及び対向電極間に印加される振動電圧を示す波形図である。

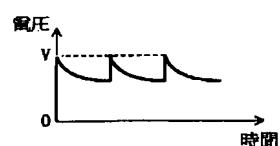
【符号の説明】

- (1) 空気浄化装置
- (11) 集塵フィルタ
- (12) 遠心フィルタ
- (13) オゾン分解触媒
- (15) 空気吸込口
- (16) 空気吹出口
- (20) プラズマ反応器
- (21a) 針電極の先端部（針状の放電電極の先端部）
- (21c) 針電極（針状の放電電極）
- (22) 対向電極
- (23) 処理部材
- (24) 直流電源（電源）
- (31) 針状突起
- (32) 突起
- (33) 正イオン
- (34) 電子
- (35) 微小アーク
- (36) カバー部材
- (37) セラミックチップ（絶縁性チップ）
- (38) 放電ギャップ
- (39) 直流電源と対向電極との間の接続配線
- (40) 電流検出器
- (41) コントローラ（制御手段）
- (42) 直流電源と放電電極との間の接続配線
- (45) スイッチング素子

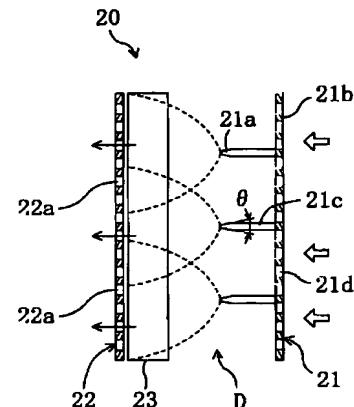
【図1】



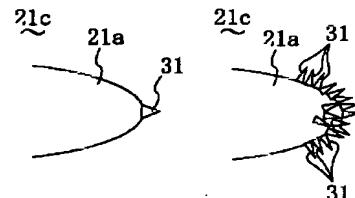
【図14】



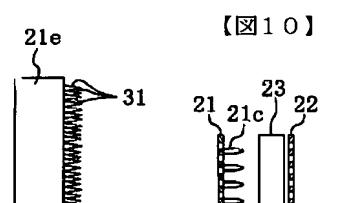
【図2】



【図4】



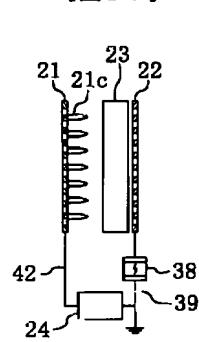
【図6】



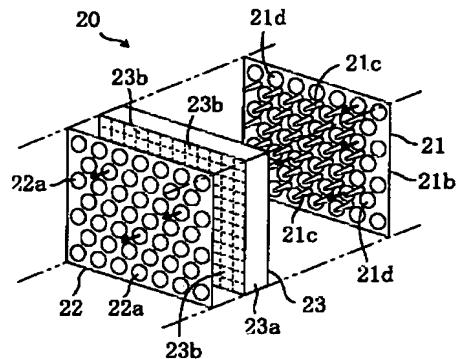
【図5】



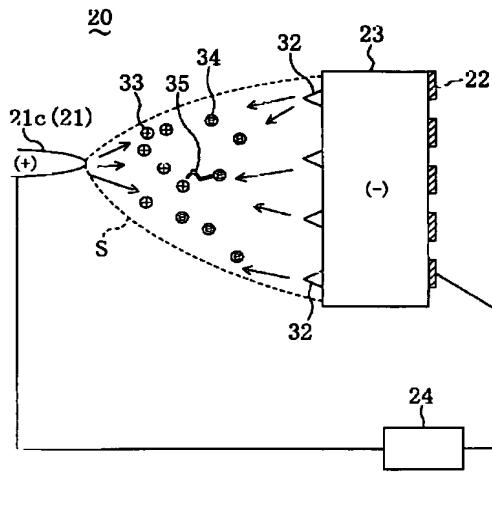
【図10】



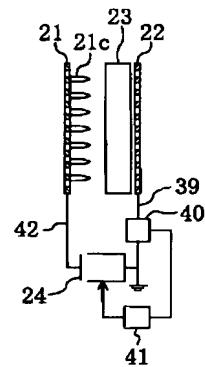
【図3】



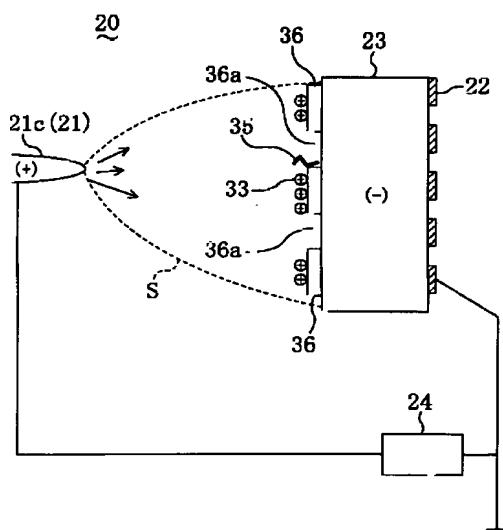
【図7】



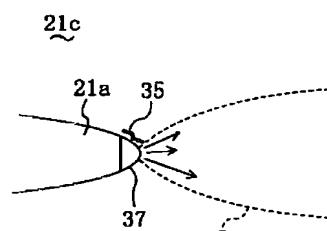
【 1 1】



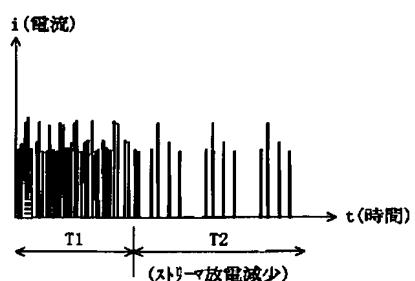
【四八】



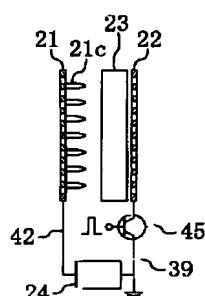
【图9】



【図12】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成14年10月25日(2002.10.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ式ガス浄化装置及びストリーマ放電回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記放電電極(21c)の先端部(21a)には、1又は2以上の微細な針状突起(31)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項2】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)には、上記放電電極(21c)側に突出する突起(32)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項3】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを

浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔(23b)が形成された導電性の処理部材(23)が設けられ、

上記処理部材(23)には、上記放電電極(21c)側に突出する突起(32)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項4】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、開口部(36a)が設けられた絶縁性のカバー部材(36)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項5】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記対向電極(22)の放電電極(21c)側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔(23b)が形成された導電性の処理部材(23)が設けられ、

上記処理部材(23)の放電電極(21c)側の表面には、開口部(36a)が設けられた絶縁性のカバー部材(36)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項6】針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接

続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極(21c)の先端には、絶縁性チップ(37)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項7】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21c)との間の接続配線(39, 42)に、放電ギャップ(38)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項8】 針状の放電電極(21c)と、該放電電極(21c)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21c)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21c)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21c, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記ストリーマ放電を検知するストリーマ検知手段(40)と、

上記ストリーマ検知手段(40)の出力を受けて、上記両電極(21c, 22)間のストリーマ放電が減少すると電圧値を上昇させるように上記電源(24)を制御する制御手段(41)とを備えていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項9】 請求項8記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

ストリーマ検知手段は、電源(24)と対向電極(22)又

は放電電極(21c)との間の接続配線(39, 42)を流れる電流を検出する電流検出器(40)を有していて、該電流の有無に基づいてストリーマ放電を検知するように構成され、

制御手段(41)は、上記電流の発生頻度が少なくなると上記電源(24)の電圧値を上昇させるように構成されていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項10】 放電電極(21)と、該放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記放電電極(21)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該両電極(21, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21)との間の接続配線(39, 42)に、該接続配線(39, 42)の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子(45)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項11】 請求項10記載のプラズマ式ガス浄化装置において、スイッチング素子(45)は、接続配線(39, 42)の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極(21)及び対向電極(22)間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項12】 請求項10又は11記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

スイッチング素子(45)は、半導体素子であることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項13】 請求項10～12のいずれか1つに記載のプラズマ式ガス浄化装置において、

スイッチング素子(45)は、電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【請求項14】 放電電極(21)と、該放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、

上記電源(24)により上記両電極(21, 22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようにしたストリーマ放電回路であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記電源(24)と上記対向電極(22)又は上記放電電極(21)との間の接続配線(39, 42)に、該接続配線(39,

42) の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子(45)が設けられていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項15】 請求項14記載のストリーマ放電回路において、

スイッチング素子(45)は、接続配線(39,42)の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極(21)及び対向電極(22)間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項16】 請求項14又は15記載のストリーマ放電回路において、

スイッチング素子(45)は、半導体素子であることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項17】 請求項14～16のいずれか1つに記載のストリーマ放電回路において、

スイッチング素子(45)は、電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設けられていることを特徴とするストリーマ放電回路。

【請求項18】 複数の平板状の突出電極からなる放電電極(21e)と、該放電電極(21e)に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極(22)と、正極側が上記放電電極(21e)に接続され且つ負極側が上記対向電極(22)に接続された電源(24)とを備え、上記放電電極(21e)と上記対向電極(22)とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源(24)により該放電電極(21e,22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、

上記電源(24)は、直流電圧を出力するように構成され、

上記放電電極(21e)の先端面には、複数の微小針状突起(31)が設けられていることを特徴とするプラズマ式ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガス中の臭気成分や有害成分等をプラズマ放電を用いて無臭化又は無害化等するプラズマ式ガス浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、特開2000-140562号公報に開示されているように、放電によって低温プラズマを発生させ、この低温プラズマを用いてガス中の臭気成分若しくは有害成分の分解又は吸着を促進する装置が知られている。上記低温プラズマは、空気分子が励起されることによって生じ、その結果、高速の電子と低速の正イオンとが生成される。上記高速電子のエネルギーは非常に高く、この高速電子によって10eVを越えるエネルギーを得ることができる。一方、正イオンは低速であり、熱力学的温度は殆ど上昇しないという特徴を有

している。

【0003】 上記低温プラズマによる臭気成分又は有害成分の分解は、高速電子の衝突による臭気ガス分子又は有害ガス分子の分解と、反応性の高い活性種(ヒドロキシルラジカル(OH)、オゾン(O₃)、励起酸素分子(O₂•)等)による化学反応とによって行われる。このように低温プラズマを用いることにより、燃焼触媒や化学吸収等を利用したいわゆる分解方式のガス浄化装置に比べて、装置を安価に構成することが可能となる。

【0004】 そのようなプラズマ式のガス浄化装置として、パックドベッド、沿面放電、無声放電、又はストリーマ放電を用いた装置が提案されている。しかし、パックドベッド、沿面放電及び無声放電を用いた装置では、ガス流通路中に配置する電極を絶縁材で被覆する必要がある。そのため、絶縁材の分だけ、ガス流通路の空隙が少くなり、ガス流通の圧力損失が大きくなるという課題があった。また、絶縁材に導電性の汚れが付着すると、性能劣化を生じやすかった。

【0005】 これに対して、ストリーマ放電を用いた装置では、ガス流通路内に剥き出しの放電電極とこの放電電極に対向配置された対向電極との2つの電極を設けるだけでよく、この2つの電極によってガス流通路の内部空間全体を励起することができる。したがって、ガス流通の圧力損失が少なく、絶縁劣化による性能低下も起こりにくい。このようなストリーマ放電を用いた装置は、例えば特開平8-323134号公報及び特開平11-333244号公報に開示されている。

【0006】 上記ストリーマ放電は、放電場において微小なアーク放電が発生したときに、そのアークが進展することによって生じる。そして、このストリーマ放電の生成は、従来では、上記放電電極及び対向電極間に高圧のパルス電圧を印加することによって行うようにしていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、パルス電圧を印加するためには、高価なパルス電源が必要となる。そのため、パルス電圧を印加する従来の手法では、装置の大幅なコストダウンを図ることは困難であった。

【0008】 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、パルス電源を用いることなくストリーマ放電を生成することにより、装置のコストダウンを図ることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、直流電源を用いてストリーマ放電を生成するようにした。

【0010】 具体的には、請求項1の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを

備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極の先端部には、1又は2以上の微細な針状突起が設けられているものとする。

【0011】上記の構成により、針状の放電電極の先端部に、該針状放電電極よりも更に微細な針状電極が設けられているので、放電電極の先端側において電流密度の集中が起こりやすくなる。この結果、放電電極及び対向電極間に印加される電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができ、パルス電源は不要になる。

【0012】請求項2の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極には、上記放電電極側に突出する突起が設けられているものとする。

【0013】このことにより、対向電極に設けられた突起から電子が放出され（バックチャージ）、放電電極から発生した正イオンと該電子との間で微小アークが発生する。そして、この微小アークが進展し、ストリーマ放電が生成される。このようにバックチャージを利用することにより、印加電圧が直流電圧であってもストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0014】請求項3の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔が形成された導電性の処理部材が設けられ、上記処理部材の放電電極側の表面には、開口部が設けられた絶縁性のカバー部材が設けられているものとする。

【0015】このことで、処理部材に設けられた突起から電子が放出され、ストリーマ放電が安定して形成される。特に、本装置では、ストリーマ放電が処理部材に照射されるので、処理部材に含まれる触媒又は吸着剤の能力が高められる。したがって、ストリーマ放電による浄化作用と処理部材の浄化作用との相乗効果により、ガス浄化の性能向上が図られる。

化作用と処理部材の浄化作用との相乗効果により、ガス浄化の性能向上が図られる。

【0016】請求項4の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、開口部が設けられた絶縁性のカバー部材が設けられているものとする。

【0017】この発明により、放電電極から発生した正イオンの一部はカバー部材に溜まり、このカバー部材と対向電極との間で微小アークが発生する。そして、この微小アークが進展し、ストリーマ放電が形成される。このように逆電離現象を利用することにより、印加電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0018】請求項5の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記対向電極の放電電極側の表面には、触媒又は吸着剤を含むとともに被処理ガスを流通させる小孔が形成された導電性の処理部材が設けられ、上記処理部材の放電電極側の表面には、開口部が設けられた絶縁性のカバー部材が設けられているものとする。

【0019】こうすることで、カバー部材に溜まった正イオンと処理部材との間で微小アークが発生し、ストリーマ放電が安定して形成される。特に、本装置では、ストリーマ放電が処理部材に照射されるので、処理部材に含まれる触媒又は吸着剤の能力が高められる。したがって、ストリーマ放電による浄化作用と処理部材の浄化作用との相乗効果により、ガス浄化の性能向上が図られる。

【0020】請求項6の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源

は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極の先端には、絶縁性チップが設けられているものとする。

【0021】すなわち、放電は針状の放電電極のうち電界の一番強い先端部から生じる傾向にあるが、この発明では、放電電極の先端に絶縁性チップが設けられているので、放電電極の先端部に電界のギャップが生じ、それにより微小アークが発生する。したがって、印加電圧が直流電圧であっても、ストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0022】請求項7の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、放電ギャップが設けられているものとする。

【0023】このことで、放電ギャップ間ににおいて間欠的にアークが発生することにより、放電電極と対向電極との間には、パルス電圧が印加された状態となる。したがって、直流電源を用いても、パルス電源によりパルス電圧を印加した場合と同様の効果を得ることができ、ストリーマ放電を安定して発生させることができる。

【0024】請求項8の発明では、針状の放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記ストリーマ放電を検知するストリーマ検知手段と、上記ストリーマ検知手段の出力を受けて、上記両電極間のストリーマ放電が減少すると電圧値を上昇させるように上記電源を制御する制御手段とを備えているものとする。

【0025】また、請求項9の発明では、請求項8の発明において、ストリーマ検知手段は、電源と対向電極又は放電電極との間の接続配線を流れる電流を検出する電流検出器を有していて、該電流の有無に基づいてストリーマ放電を検知するように構成され、制御手段は、上記電流の発生頻度が少なくなると上記電源の電圧値を上昇させるように構成されているものとする。

【0026】これら請求項8及び9の発明により、ストリーマ放電を検知し、該ストリーマ放電が減少するとプラズマ放電を増加させるように印加電圧の電圧値を大き

くするので、両電極間においてストリーマ放電が安定して形成される。

【0027】請求項10の発明では、放電電極と、該放電電極に対向して配置された対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置を対象として、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、該接続配線の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子が設けられているものとする。

【0028】このことで、スイッチング素子により放電電極と対向電極との間に印加する電圧を変化させることができ、直流電源を用いても、この印加電圧の変化によりストリーマ放電を安定して発生させることができるとともに、放電状態の制御を容易に行うことができる。

【0029】請求項11の発明では、請求項10の発明において、スイッチング素子は、接続配線の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極及び対向電極間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されているものとする。

【0030】こうすることで、電圧の変動周期を適切に設定することにより、ストリーマ放電の発生頻度を最適に調整することができ、最大のエネルギー効率が得られるようにすることができる。

【0031】請求項12の発明では、請求項10又は11の発明において、スイッチング素子は、半導体素子であるものとする。

【0032】このことにより、接続配線の遮断と導通との切換えを電気的に行うので、ノイズの発生を抑えることができるとともに、構成を簡略化することができる。また、スイッチ部の端子消耗がなく、放電電極及び対向電極間に印加する電圧を長期に亘って安定させることができる。

【0033】請求項13の発明では、請求項10～12のいずれか1つの発明において、スイッチング素子は、電源と対向電極との間の接続配線に設けられているものとする。

【0034】このことで、スイッチング素子を電源と放電電極との間の接続配線に設ける場合に比べて、スイッチング素子の耐圧をかなり低く抑えることができ、小型で安価な素子を用いることができる。

【0035】請求項14の発明は、放電電極と、該放電電極に対向して配置された対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようにしたストリーマ放電回路の発明であり、この発明では、上記電源は、

直流電圧を出力するように構成され、上記電源と上記対向電極又は上記放電電極との間の接続配線に、該接続配線の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子が設けられているものとする。この発明により、請求項10の発明と同様の作用効果が得られる。

【0036】請求項15の発明では、請求項14の発明において、スイッチング素子は、接続配線の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極及び対向電極間に周期的に変動する電圧を印加するように構成されているものとする。このことで、請求項11の発明と同様の作用効果が得られる。

【0037】請求項16の発明では、請求項14又は15の発明において、スイッチング素子は、半導体素子であるものとする。このことにより、請求項12の発明と同様の作用効果が得られる。

【0038】請求項17の発明では、請求項14～16のいずれか1つの発明において、スイッチング素子は、電源と対向電極との間の接続配線に設けられているものとする。こうすることで、請求項13の発明と同様の作用効果が得られる。

【0039】請求項18の発明は、複数の平板状の突出電極からなる放電電極と、該放電電極に略直交する状態で対向して配置された面上の対向電極と、正極側が上記放電電極に接続され且つ負極側が上記対向電極に接続された電源とを備え、上記放電電極と上記対向電極とが被処理ガスの流通空間に配置され、上記電源により該両電極間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させることによって被処理ガスを浄化するプラズマ式ガス浄化装置であって、上記電源は、直流電圧を出力するように構成され、上記放電電極の先端面には、複数の微小針状突起が設けられているものである。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0041】<実施形態1>この実施形態に係るプラズマ式ガス浄化装置は、被処理空気中に含まれる臭気成分又は有害成分を酸化分解して空気を浄化する空気浄化装置(1)である。図1は、この空気浄化装置(1)の概略構成を示している。

【0042】上記空気浄化装置(1)は、集塵フィルタ(11)、遠心ファン(12)、プラズマ反応器(20)等の各機能部品がケーシング(10)内に収納された構成をしている。

【0043】上記ケーシング(10)の一つの側面(図の右側の側面)には、ケーシング(10)内に空気を吸い込むための空気吸込口(15)が形成され、上面には浄化空気を吹き出すための空気吹出口(16)が形成されている。上記空気吸込口(15)には吸込グリル(15a)が設けられ、空気吹出口(16)には吹出グリル(16a)が設けられている。また、空気吸込口(15)には、吸込グリ

ル(15a)の内側に上記集塵フィルタ(11)が配置され、この集塵フィルタ(11)により吸込空気中に含まれる塵埃が捕集されるようになっている。

【0044】上記空気吹出口(16)は、ケーシング(10)の上面において、空気吸込口(15)とは反対側の縁部(図1の左側の縁部)に形成されている。そして、この空気吹出口(16)に対応して、上記遠心ファン(12)がケーシング(10)内に設けられている。この遠心ファン(12)には、ファン用電源(12a)が接続されている。以上の構成において、ケーシング(10)の内部は、空気吸込口(15)と空気吹出口(16)との間が被処理空気の流通空間(被処理ガスの流通路)となっている。そして、遠心ファン(12)を起動すると、被処理空気が空気吸込口(15)の吸込グリル(15a)及び集塵フィルタ(11)を通してケーシング(10)内に吸い込まれる。被処理空気は、後述するプラズマ反応器(20)での処理後に、空気吹出口(16)の吹出グリル(16a)からケーシング(10)の外側に吹き出される。

【0045】図2はプラズマ反応器(20)の概略構成を示す断面図であり、図3は斜視図である。このプラズマ反応器(20)は、低温プラズマを発生させるための放電手段としての放電電極(21)と、この放電電極(21)に対向して配置された対向電極(22)と、これら両電極(21, 22)の間で対向電極(22)に近接して配置された処理部材(23)とを備えている。つまり、この処理部材(23)は放電場(D)中に配置されている。

【0046】上記処理部材(23)は、空気の流れ方向に沿って貫通する多数の小孔(23b)が形成されたハニカム形状の基材(23a)と、この基材(23a)に担持された触媒及び吸着剤とから構成されている。

【0047】上記基材(23a)に担持される触媒物質としては、例えば、Pt, Pd, Ni, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, Crのうちの少なくとも1種を含んでいる触媒物質を好適に用いることができる。これらの触媒物質は、被処理空気を処理する際の化学反応を促進するものである。

【0048】一方、上記吸着剤は、被処理空気中に含まれる臭気物質や有害物質等の被処理成分を吸着するものであり、例えば活性炭やゼオライト等を好適に用いることができる。尚、吸着剤には、多孔質セラミックス、活性炭繊維、モルデナイト、フェリエライト、シリカライト等を使用してもよく、これらのうちの少なくとも1種を用いるとよい。このように、基材(23a)は空気中の臭気成分及び有害成分を分解する機能材料となっている。

【0049】上記放電電極(21)は、電極板(21b)と、この電極板(21b)にはほぼ直交するように固定された、針状の放電電極としての複数の針電極(21c)とから構成されている。上記電極板(21b)は、メッシュ材

やパンチングメタル等からなり、その面直角方向に空気が通過する多数の開口部(21d)を有している。また、対向電極(22)にも、放電電極(21)と同様に、メッシュ材やパンチングメタル等からなりかつ面直角方向に空気が通過する多数の開口部(22a)を有する電極板が用いられている。

【0050】上記放電電極(21)は、上記対向電極(22)に対し、電極板(21b)がほぼ平行で且つ針電極(21c)がほぼ直角になるように配置されている。つまり、対向電極(22)は、針電極(21c)に略直交する状態で対向して配置されていることになる。上記針電極(21c)は、対向電極(22)側の先端部(21a)が尖端部として形成され、その尖端角度(θ)が60°(30°~90°の範囲であればよい)に設定されている。また、針電極(21c)の先端は、アール加工により小さな丸みが付けられて球面状に形成されている。さらに、図4に示すように、針電極(21c)の先端部(21a)(この実施形態では先端)には、該針電極(21c)よりも微細な1つの針状突起(31)が設けられている(尚、図1~図3においては、この針状突起(31)の図示は省略している)。この針状突起(31)は導電性材料からなり、放電電極(21)の一部を形成している。

【0051】上記両電極(21,22)には、直流電圧を出力するように構成された直流電源(24)が接続されており、この電源(24)により該両電極(21c,22)間に電圧を印加してストリーマ放電を発生させるようになっている。詳しくは、上記放電電極(21)は直流電源(24)の正極側に接続され、対向電極(22)は直流電源(24)の負極側に接続されている。上記ストリーマ放電により、放電場(D)には低温プラズマが発生する。この低温プラズマには、活性種として、電子、イオン、オゾンや、その他のラジカル(ヒドロキシラジカル、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子等)が含まれる。

【0052】尚、図1に符号(13)で示しているものは、放電により発生するオゾンを分解するためのオゾン分解触媒である。

【0053】-運転動作-

次に、この空気浄化装置(1)の運転動作について説明する。

【0054】空気浄化装置(1)の運転を開始し、遠心ファン(12)が起動すると、まず、空気吸込口(15)から被処理空気が吸い込まれて、この空気に含まれる塵埃が集塵フィルタ(11)によって捕集される。装置(1)の運転時は、プラズマ反応器(20)の放電電極(21)(針電極(21c))と対向電極(22)との間に高電圧(例えば20~30kV)の直流電圧が印加され、両電極(21,22)間でストリーマ放電が生じる。そして、集塵フィルタ(11)で塵埃が除去された空気は、両電極(21,22)の間の放電場(D)を通過する。

【0055】ここで、ストリーマ放電は、針電極(21c)の先端の針状突起(31)から微小アークが発生し、この微小アークが対向電極(22)まで進展することにより、発光を伴ったプラズマ柱として形成されるものである。この微小アークは、放電電極(21)と対向電極(22)との間において等電位面の間隔が狭いところで連なって進展しやすい。尚、本実施形態では、放電電極(21)の針電極(21c)の尖端角度(θ)を60°(30°~90°)に特定するとともに、その尖端に微細な丸みを付けているので、針状突起(31)で生じた微小アークは広範囲に広がりながら進展しやすくなる。このため、本実施形態のプラズマ反応器(20)においては、ストリーマ放電が従来よりも広範囲で生じることとなる。

【0056】上記被処理空気は、放電場(D)を通過すると、ストリーマ放電の作用によりプラズマ化し、低温プラズマとなる。そして、この放電によって生成される各種の活性種は、処理部材(23)の触媒と接触することによりさらに高度に励起されて活性が高められ、有害物質や臭気成分と効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。このため、空気中の有害物質や臭気物質は、プラズマと触媒の相乗効果によって素早く分解される。

【0057】さらに、処理部材(23)には吸着剤も含まれているため、被処理空気中の有害物質や臭気物質が吸着剤に吸着され、低温プラズマの活性種がこれらの成分に確実に作用して、分解処理を促進する。つまり、触媒と吸着剤とを一つの処理部材(23)に含ませるようにしたことによって、より安定した処理が行われる。

【0058】-実施形態1の効果-

本実施形態1によれば、針電極(21c)の先端部(21a)に微細な針状突起(31)を設けることとしたので、放電電極(21)から微小アークが発生しやすくなり、ストリーマ放電が生成されやすくなる。したがって、従来のようにパルス幅の狭い急峻なパルス高電圧を印加するパルス電源を用いる必要はなく、放電電極(21)(針電極(21c))と対向電極(22)との間に直流電圧を印加するだけで、ストリーマ放電を生成することができる。このように、電源として高価なパルス電源を用いる必要がなく、安価な直流電源(24)で足りるので、装置(1)のコストダウンを図ることができる。

【0059】-実施形態1の変形例-

上記実施形態1は、針電極(21c)の先端部(21a)に針状突起(31)を1つ設けたものであったが、図5に示すように、針状突起(31)を2つ又は3つ以上設けるようにしてもよい。このように針電極(21c)の先端部(21a)に複数の針状突起(31)を設けることによって、該先端部(21a)において微小アークが発生しやすくなり、ストリーマ放電をより一層容易に生成することができる。

【0060】また、図6に示すように、針電極(21c)の代わりに複数の平板状の突出電極(21e)を備え、それら突出電極(21e)の先端面に複数の微小針状突起(3

1)を設けるようにすることも可能である。

【0061】<実施形態2>図7は、実施形態2に係る空気浄化装置(1)のプラズマ反応器(20)の構成を示す。尚、プラズマ反応器(20)以外の部分については、実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0062】本実施形態では、処理部材(23)は導電性の部材によって形成され、対向電極(22)と処理部材(23)とは互いに接触するように配置されている。したがって、処理部材(23)は、被処理ガスの処理を行うとともに、対向電極(22)の一部としても機能している。この処理部材(23)の放電電極(21)側(図7の左側)の面には、複数の針状の突起(32)が設けられている。この各突起(32)は、導電性材料によって形成されている。

【0063】本実施形態の放電電極(21)の針電極(21c)は、実施形態1のように針状突起(31)を備えたものであってもよく、針状突起(31)が設けられていないものであってもよい。

【0064】本実施形態では、放電電極(21)と対向電極(22)との間に直流電圧が印加されると、処理部材(23)の突起(32)から電子(34)が放出される。つまり、負極側から放電が生じる(バックチャージ)。一方、放電電極(21)の針電極(21c)からは、正イオン(33)が発生する。そして、正イオン(33)と電子(34)との間に微小アーク(35)が発生し、この微小アーク(35)が進展してストリーマ放電が生成される。

【0065】このように、本実施形態では、バックチャージを利用して正イオン(33)と電子(34)との間に微小アーク(35)を発生させることとしたので、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置(1)の低コスト化を図ることができる。

【0066】尚、本実施形態は、処理部材(23)を対向電極(22)の放電電極(21)側(図7の左側)に設け、突起(32)を処理部材(23)に設けたものであったが、処理部材(23)を対向電極(22)の下流側(放電電極(21)と反対側、つまり図7の右側)に設け、突起(32)を対向電極(22)の放電電極(21)側に設けてもよい。このような場合であっても、バックチャージを利用して両電極(21, 22)間にストリーマ放電を安定して生成することができる。

【0067】<実施形態3>図8に、実施形態3に係る空気浄化装置(1)のプラズマ反応器(20)の構成を示す。尚、本実施形態においても、プラズマ反応器(20)以外の部分については実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0068】本実施形態においても、処理部材(23)は導電性の部材によって形成され、対向電極(22)と処理部材(23)とは互いに接触するように配置されている。したがって、本実施形態においても、処理部材(23)は

電極としても機能している。そして、処理部材(23)の放電電極(21)側の表面には、絶縁性の網状のカバー部材(36)が設けられている。尚、カバー部材(36)は、対向電極(22)と同様に複数の開口部(36a)が設けられたものであればよく、その形状は網形状に限定されるものではない。例えば、ハニカム形状に形成されていてもよい。

【0069】上記実施形態2と同様に、放電電極(21)の針電極(21c)は、針状突起(31)を備えたものであってもよく、針状突起(31)のないものであってもよい。

【0070】本実施形態では、放電電極(21)と対向電極(22)との間に直流電圧が印加されると、放電電極(21)の針電極(21c)から正イオンが放出され、カバー部材(36)の表面に正電荷(33)が溜まっていく。そして、カバー部材(36)と処理部材(23)との間の沿面上で微小アーク(35)が発生し、この微小アーク(35)が進展して放電ストリーマが生成される。

【0071】このように、本実施形態では、対向電極(22)に接触させた導電性の処理部材(23)の表面に絶縁性のカバー部材(36)を設け、該カバー部材(36)と処理部材(23)との間で逆電離現象を利用して微小アーク(35)を発生させることとしたので、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置(1)の低コスト化を図ることができる。

【0072】尚、本実施形態は、処理部材(23)を対向電極(22)の放電電極(21)側(図8の左側)に設け、絶縁性のカバー部材(36)を処理部材(23)に設けたものであったが、処理部材(23)を対向電極(22)の下流側(放電電極(21)と反対側、つまり図8の右側)に設け、カバー部材(36)を対向電極(22)の放電電極(21)側に設けてもよい。このような場合であっても、逆電離現象を利用して両電極(21, 22)間にストリーマ放電を安定して生成することができる。

【0073】<実施形態4>図9に示すように、実施形態4に係る空気浄化装置(1)は、実施形態1において、放電電極(21)の針電極(21c)の針状突起(31)を省略し、その代わりに針電極(21c)の先端に絶縁性チップとしてセラミックチップ(37)を設けたものである。その他の部分は実施形態1と同様であるので、その説明は省略する。

【0074】放電電極(21)と対向電極(22)との間に直流電圧が印加されると、放電電極(21)の針電極(21c)の先端部(21a)に電流密度が集中し、該先端部(21a)から放電が発生しやすくなる。しかし、本実施形態では、針電極(21c)の先端部(21a)に絶縁性のセラミックチップ(37)が設けられているため、該セラミックチップ(37)部分において放電ギャップが生じ、針電極(21c)の先端部(21a)からセラミックチップ(37)に

かけての沿面上で微小アーク（35）が発生しやすくなる。そして、この微小アーク（35）が進展していくことにより、ストリーマ放電が容易に生成されることになる。

【0075】このように、本実施形態では、放電電極（21）の針電極（21c）の先端において微小アーク（35）を容易に発生させることができ、直流電圧を印加するだけでストリーマ放電を容易に生成することができる。したがって、実施形態1と同様に、装置（1）の低コスト化を図ることができる。

【0076】<実施形態5>図10に示すように、実施形態5に係る空気浄化装置（1）は、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に、放電ギャップ（38）を設けたものである。

【0077】このように、直流電源（24）と対向電極（22）との間の接続配線（39）に放電ギャップ（38）を設けることにより、放電ギャップ（38）間で放電が生じたときにだけ放電電極（21）と対向電極（22）との間に電圧が印加されることになる。そのため、両電極（21, 22）間には、見かけ上パルス電圧が印加されることになる。したがって、直流電源（24）を用いているにも拘わらず、擬似的なパルス電圧を印加することができるのでは、ストリーマ放電を容易に生成することができ、実施形態1と同様に、装置（1）の低コスト化を図ることができる。

【0078】尚、上記放電ギャップ（38）を、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に設ける代わりに、直流電源（24）の正極側出力端子と放電電極（21）（針電極（21c））との間の接続配線（42）に設けるようにしてもよい。

【0079】<実施形態6>実施形態6に係る空気浄化装置（1）は、ストリーマ放電を検知する手段を備え、ストリーマ放電の発生頻度が少なくなると印加電圧を上昇させるように直流電源（24）を制御するものである。

【0080】図11に示すように、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）には、電流を検知する電流検知器（40）が設けられており、放電電極（21）と対向電極（22）との間に放電が生じると、上記接続配線（39）には所定電流値の電流が流れる。したがって、上記接続配線（39）を流れる電流を検知することにより、ストリーマ放電の有無及び状態を検出することができる。具体的には、図12に示すように、単位時間当たりの電流の検知回数が予め定めた所定回数以上であるとき（図12のT1参照）には、ストリーマ放電が良好に発生していることが検出される。逆に、単位時間当たりの電流の検知回数が上記所定回数よりも少ないとき（図12のT2参照）、言い換えると電流の発生がまばらであるときには、ストリーマ放電が減少していることが検出される。

【0081】本実施形態では、直流電源（24）及び電流

検知器（40）に接続されたコントローラ（41）によって、単位時間当たりの電流の検知回数が上記所定回数よりも少なくなると、直流電源（24）の電圧値を所定値だけ大きくする。その結果、弱まったストリーマ放電は再び強められて、ストリーマ放電が安定的に維持されることになる。

【0082】したがって、本実施形態においても、直流電源（24）を用いることによってストリーマ放電を安定して発生させることができ、装置（1）の低コスト化を図ることができる。

【0083】尚、上記電流検知器（40）を、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に設ける代わりに、直流電源（24）の正極側出力端子と放電電極（21）（針電極（21c））との間の接続配線（42）に設けるようにしてもよい。

【0084】<実施形態7>図13は実施形態7を示し、直流電源（24）の負極側出力端子と対向電極（22）との間の接続配線（39）に、上記実施形態5のような放電ギャップ（38）を設ける代わりに、上記接続配線（39）の遮断と導通とを切り換えるスイッチング素子（45）を設けるようにしたものである。

【0085】上記スイッチング素子（45）は、本実施形態では、半導体素子としてのトランジスタからなっていて、図外のコントローラからこのトランジスタのベースに切換信号（Lo信号及びHi信号）を入力することで、上記接続配線（39）の遮断と導通との切換えを行うようになっている。そして、このスイッチング素子（45）は、上記接続配線（39）の遮断と導通との切換えを繰り返し行うことにより、放電電極（21）及び対向電極（22）間に、図14に示すように、周期的に変動する電圧（直流電源（24）の出力電圧Vに比べて振幅電圧が小さい振動電圧）を印加するように構成されている。つまり、スイッチング素子（45）は、接続配線（39）を導通状態から遮断状態に切り換えた後において印加電圧が0になる前に、導通状態に切り換え、その後に導通状態から遮断状態に切り換えるようになっている。

【0086】したがって、本実施形態では、スイッチング素子（45）により放電電極（21）と対向電極（22）との間に、パルス電圧と同様の変動電圧を印加することができるとともに、この印加する変動電圧をスイッチング素子（45）により制御することができる。この結果、直流電源（24）を用いても、このスイッチング素子（45）による電圧制御によりストリーマ放電を安定して発生させることができるとともに、放電状態の制御を容易に行うことができる。しかも、電圧の変動周期を適切に設定することにより、ストリーマ放電の発生頻度を最適に調整することができ、最大のエネルギー効率が得られるようになることができる。よって、簡単な構成で、ストリーマ放電を生成することができ、装置（1）のコストダウンを図ることができる。

【0087】尚、上記スイッチング素子(45)を、直流電源(24)の負極側出力端子と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設ける代わりに、直流電源(24)の正極側出力端子と放電電極(21)との間の接続配線(42)に設けるようにしてよい。但し、スイッチング素子(45)を、直流電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)に設ける方が、直流電源(24)と放電電極(21)との間の接続配線(42)に設ける場合に比べて、スイッチング素子(45)の耐圧をかなり低く抑えることができ、小型で安価な素子を用いることができる。

【0088】また、本実施形態の放電電極(21)は、必ずしも針電極(21c)や針状突起(31)を備えたものである必要はない。

【0089】さらに、スイッチング素子(45)は、直流電源(24)と対向電極(22)との間の接続配線(39)（又は直流電源(24)と放電電極(21)との間の接続配線(42)）の遮断と導通とを切り換えることが可能なものであれば、機械的なものであってもよい。但し、上記のように半導体素子とすることで、接続配線(39)の遮断と導通との切換えを電気的に行うので、ノイズの発生を抑えることができるとともに、構成を簡略化することができる。また、スイッチ部の端子消耗がなく、放電電極(21)及び対向電極(22)間に印加する電圧を長期に亘って安定させることができる。

【0090】加えて、上記放電電極(21)、対向電極(22)、直流電源(24)、接続配線(39,42)及びスイッチング素子(45)で構成されるストリーマ放電回路は、空気浄化装置(1)以外にも、ストリーマ放電を利するものに好適に用いることができる。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ式ガス浄化装置及びストリーマ放電回路によれば、直流電源を用いて安定したストリーマ放電を発生させることができるので、高価なパルス電源が不要になり、プラズマ式ガス浄化装置やストリーマ放電回路のコストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1に係る空気浄化装置の構造図である。

【図2】実施形態1に係るプラズマ反応器の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図3】実施形態1に係るプラズマ反応器の構成を模式的に示す斜視図である。

【図4】針電極の部分拡大図である。

【図5】実施形態1の変形例に係る図4相当図である。

【図6】実施形態1と同様の構成の参考例に係る図4相当図である。

【図7】実施形態2に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図8】実施形態3に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図9】実施形態4に係る針電極の部分拡大図である。

【図10】実施形態5に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図11】実施形態6に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図12】電流検知器によって検出された電気回路の電流を表すグラフである。

【図13】実施形態7に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図14】スイッチング素子による接続配線の遮断と導通との切換えにより、放電電極及び対向電極間に印加される振動電圧を示す波形図である。

【符号の説明】

- (1) 空気浄化装置
- (11) 集塵フィルタ
- (12) 遠心フィルタ
- (13) オゾン分解触媒
- (15) 空気吸込口
- (16) 空気吹出口
- (20) プラズマ反応器
- (21a) 針電極の先端部（針状の放電電極の先端部）
- (21c) 針電極（針状の放電電極）
- (22) 対向電極
- (23) 処理部材
- (24) 直流電源（電源）
- (31) 針状突起
- (32) 突起
- (33) 正イオン
- (34) 電子
- (35) 微小アーク
- (36) カバー部材
- (37) セラミックチップ（絶縁性チップ）
- (38) 放電ギャップ
- (39) 直流電源と対向電極との間の接続配線
- (40) 電流検出器
- (41) コントローラ（制御手段）
- (42) 直流電源と放電電極との間の接続配線
- (45) スイッチング素子

(23) 2003-53129 (P2003-53129A)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
H 05 H 1/24

識別記号

F I
H 05 H 1/24

(参考)

(72) 発明者 香川 謙吉
大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

F ターム(参考) 4C080 AA05 AA07 AA09 BB02 BB05
HH05 JJ03 KK02 KK08 LL10
MM02 MM04 MM05 MM06 MM07
QQ11 QQ17
4G075 AA03 AA37 BA05 CA15 CA54
DA02 EB01 EB42 EC21 EE33
FA01 FA08 FB02 FB04 FC11
FC15